



В. И. Швецов, И. Г. Мухаметжанов

МНОГОУРОВНЕВАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КОНТИНГЕНТОМ СТУДЕНТОВ

V. I. Shvetsov, I. G. Muhametzhonov

Multi-level distributed information system for automating business processes and supporting decision-making in student cohort management

A multi-level distributed information system for the management of student cohort in the State University of Nizhni Novgorod is described. The system's principal features include:

integration of data from different units in a single database, offering prompt support for decision-making to the University's administration, access to the software system for users from various categories of University units and different management levels. Main principles of system design are discussed. The general concept and the structure of the system are described, along with the peculiarities of its technical implementation and database architecture.

Ключевые слова: информационная система управления контингентом студентов; многоуровневая система обработки данных о студентах; система поддержки принятия решений при управлении контингентом студентов; база данных студентов вуза; автоматизированная система обработки информации о студентах.

Назначение системы

Управление таким сложным объектом, как университет, требует значительных информационных ресурсов и трудозатрат. Это определяется сложностью структуры вуза и большим количеством бизнес-процессов, обеспечивающих его деятельность. Создание автоматизированной информационной системы управления вузом становится необходимым условием успешного и эффективного функционирования университета в современных условиях.

Базовой основой такой системы является информационная система управления контингентом студентов и абитуриентов.

В последние годы в вузах создано большое количество различных программных систем, поддерживающих работу с данными о студентах и абитуриентах. Принципиальным недостатком большинства таких систем является то, что они моделируют существующую «ручную» технологию ведения и обработки данных (данные в ЭВМ представлены в виде типовых (стандартных) форм входных и выходных документов, формируются ответы на стандартные, в основном формально-бюрократические, вопросы). В этом случае персональная ЭВМ используется как средство механизации ручного труда (как большой арифмометр). Как правило, эти системы предназначены для работников отдельных подразде-

лений и никак не интегрируются. Их функционирование направлено на решение некоторых оперативных задач и не затрагивает важнейшие стратегические задачи.

В настоящей работе представляется многоуровневая распределенная информационная система автоматизации бизнес-процессов и поддержки принятия решений при управлении контингентом студентов Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, основанная на следующих принципах [2]:

- система используется для поддержки процесса принятия решений руководителем, так как от этих решений в наибольшей степени зависит жизнедеятельность организации, в том числе качество образования, поэтому методы обработки данных ориентируются не на формально-бюрократическое создание типовых форм, а на моделирование действий руководителя, принимающего решения на основе анализа информации;

- используется интегрированная форма хранения данных, так как существующие формы хранения данных о студентах и абитуриентах в различных подразделениях вуза (учебно-методическое управление, факультет, приемная комиссия, отдел кадров, бухгалтерия) не позволяют проводить их эффективный совместный анализ;

- особое внимание уделяется планированию организации работ с программной системой различных категорий пользователей разных уровней управления (созданию технологии), в том числе разграничению прав доступа к данным для обеспечения их целостности.

Следует отметить, что существенными факторами, определяющими архитектуру системы, являлись большой объем документооборота (обрабатываются данные о более чем 20 тыс. студентов на 20 факультетах) и информационные потоки между подразделениями. Кроме этого на выбор архитектуры системы оказывали влияние сложившиеся принципы деятельности подразделений университета и технологии обработки данных. Так как использование информационной системы ведет к изменению сложившейся технологии обработки данных, на этапе разработки и внедрения системы, помимо задач автоматизации, решались также вопросы реорганизации всего процесса работы.

Общая концепция и структура системы

До разработки системы автоматизация управления контингентом студентов в универси-

тете, как и в других вузах, носила локальный характер (автоматизировалась работа на конкретном рабочем месте). Это вело к многократному дублированию информации, противоречивости данных, дополнительной работе по поддержке дублирования, а также трудоемкому процессу написания процедур обмена данными между этими рабочими местами и не позволяло эффективно интегрировать все показатели при подготовке управленческих решений. Переход к новой интегрированной системе должен производиться с учетом максимального использования ранее разработанных программных модулей, быть поэтапным и не мешать рабочему процессу. Необходимо последовательно заменять устаревшее программное обеспечение, разрабатывая новые модули в единой информационной среде университета. При этом приходится иметь дело с программами, работающими в разных средах и с разными форматами данных, и каждый раз решать целый комплекс методологических задач, создавая математические модели бизнес-процессов подразделений.

Необходимо отметить, что разрабатываемая информационная система не ставит своей целью полную автоматизацию всех бизнес-процессов в университете. В ряде подразделений в силу специфики их работы используются и будут использоваться готовые решения сторонних производителей. Речь в первую очередь идет о бухгалтерии. Используемая там информационная система создана специально для этого подразделения и в ней уже реализована вся необходимая функциональность. Основной смысл создаваемой системы — интеграция новой информационной системы с существующими системами. Еще одной целью интеграции всех систем университета является постепенный переход от части «бумажного» документооборота к электронному документообороту и, как следствие — к упрощению работы подразделений и снижению трудозатрат.

В качестве решения было предложено интегрировать все данные о студентах в единую для всего университета многоуровневую распределенную базу данных [3]. Уровни базы данных соответствуют уровням принятия решений группами пользователей системы, распределенность базы данных соответствует местам обработки данных (подразделениям университета). Каждый из уровней представлен различным набором объектов базы данных, предоставляющих данные в соответствующей форме и уровне агрегации. Высокие уровни строятся на основе и с использованием объектов низших уровней (рис. 1).

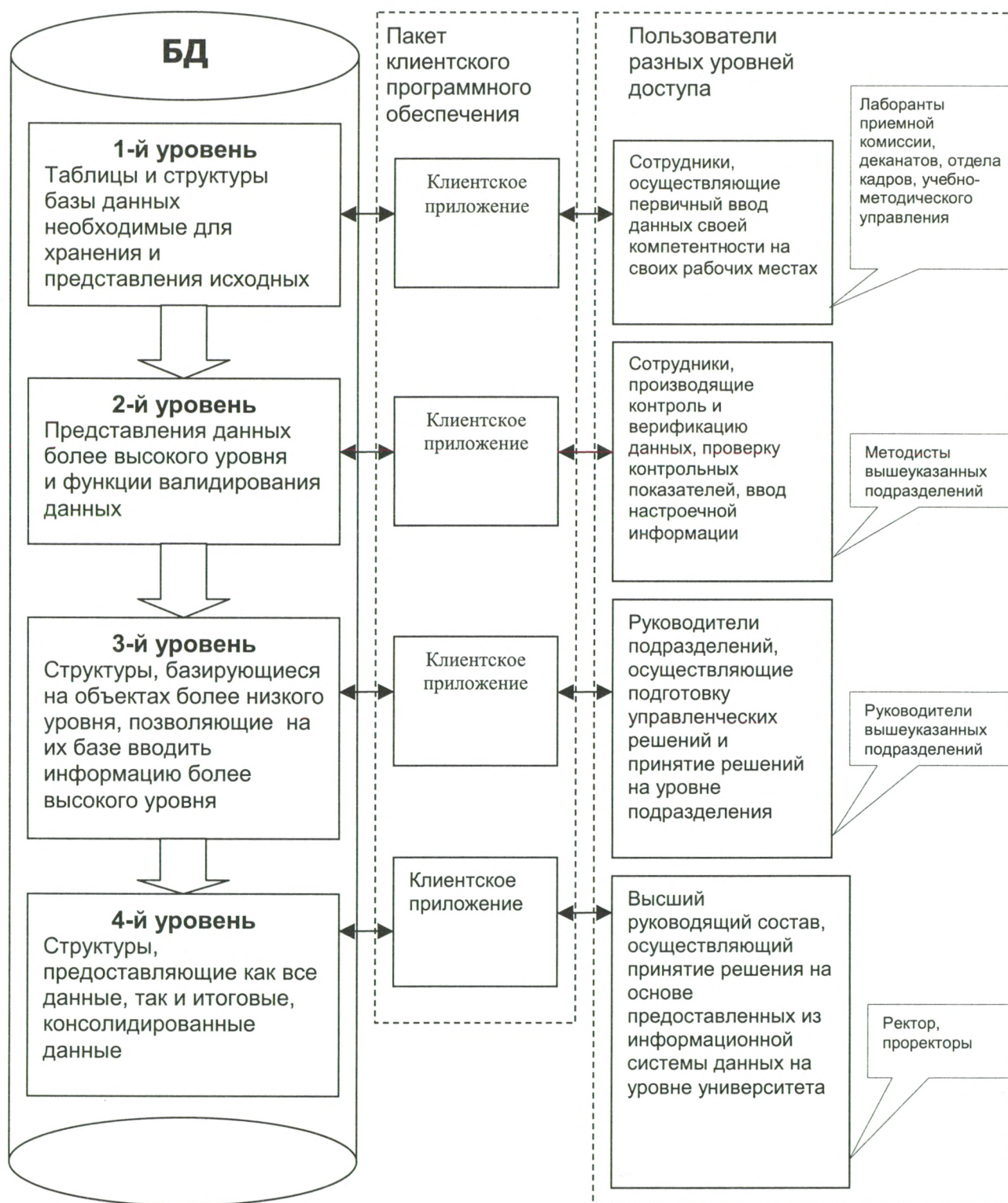


Рис. 1. Разные уровни базы данных и групп пользователей

Информационная система управления контингентом студентов представляет собой клиент-серверную систему на базе распределенной реляционной СУБД. Серверная часть системы состоит из нескольких баз данных на платформе

СУБД Oracle. Клиентская часть — это исполняемый модуль, реализующий пользовательский интерфейс. Эту пару — базу данных и клиентский модуль будем называть подсистемой. Таким образом, структурно информационная сис-

тема представляет собой набор подсистем, каждая из которых достаточно изолирована друг от друга и решает задачи в своей области. Набор подсистем определен, прежде всего, организационной структурой университета и тем, как разделены сфера ответственности и функциональные обязанности между подразделениями. В информационной системе выделены ряд подсистем (*приемная комиссия, отдел кадров студентов, учебно-методический отдел, деканат, центр качества образования*), соответствующих основным подразделениям университета, работающим с информацией о студентах и абитуриентах. Выделение этих подсистем в большей степени определяется правами работы с соответствующей информацией, не подразумевает физического разделения информации и не препятствует возможности использования этой информации любыми подразделениями университета, работа которых связана с необходимостью анализа соответствующей информации.

Общая структура распределенной системы, подсистемы и потоки данных между ними показаны на рис. 2.

Все эти подсистемы имеют общие точки соприкосновения — совместно используемые данные, кроме того, каждая подсистема имеет свой набор данных, прежде всего касающихся студента. Для реализации доступа к одним и тем же данным разными подсистемами был принят следующий принцип: для всех наборов совместно используемых данных выделяется подсистема «*владелец данных*», при этом она имеет эксклюзивное право на изменение данных, а другие подсистемы используют эти данные только в режиме чтения.

Приемная комиссия вводит всю личную информацию и результаты вступительных испытаний, принимает решения о зачислении студентов (подсистема «*приемная комиссия*»). Затем все данные о зачисленных абитуриентах загружаются в подсистему «*учебно-методическое управление*». Этот модуль является владельцем первичной информации, так как учебно-методическое управление отвечает за движение уже зачисленных студентов: переводы с курса на курс, с факультета на факультет, отчисление и восстановление студентов, изменение специальностей, предоставление отпусков, смену фамилий и др. Деканаты ведут учет успеваемости студентов, контролируют выполнение учебного плана и посещаемость занятий. Отдел кадров студентов контролирует все изменения, касающиеся личных данных абитуриентов, таких как адрес мес-

та жительства, номер медицинского полиса. Центр качества анализирует всю информацию о студентах, формирует различные отчеты и статистику, осуществляет мониторинг успеваемости в целях контроля качества образования.

Все точки взаимодействия подсистем реализованы через представления, которые фиксирует интерфейс взаимодействия между ними. Таким образом, при изменении одной из подсистем интерфейс взаимодействия в большинстве случаев остается без изменений, что существенно упрощает процесс модернизации и повышает надежность системы.

Особенности технической реализации системы

Общая архитектура системы, отражающая особенности реализации, представлена на рис. 3.

Одной из наиболее подходящих платформ для реализации распределенной клиент-серверной информационной системы является СУБД Oracle. Данная СУБД имеет ряд ключевых преимуществ (высокая масштабируемость, надежность), позволяющих с успехом использовать ее как серверную часть централизованной информационной системы университета. На данный момент в информационной системе задействовано два сервера СУБД Oracle. На каждом из серверов содержится одна или несколько баз данных. Обмен данными между серверами реализован с помощью технологии Oracle DataBase Link, которая позволяет обращаться к удаленным таблицам практически так же, как к таблицам на текущем сервере.

Для оптимизации объема потока данных между серверами использована технология Oracle Advanced Replication. Эта технология позволяет создавать реплики удаленных таблиц или запросов на сервере и автоматически синхронизировать их при изменении удаленных таблиц. Использование этой технологии существенно разгружает поток данных между серверами и сокращает загрузку серверов. Кроме обмена данными между серверами, информационная система обменивается данными и с другими информационными системами университета. Так, например, данные об абитуриентах, посещающих подготовительные курсы, берутся из информационной системы подготовительного факультета. При реализации обмена данными была использована технология Oracle External Tables, которая позволяет обращаться к данным в плоских текстовых файлах, как к таблицам, что су-

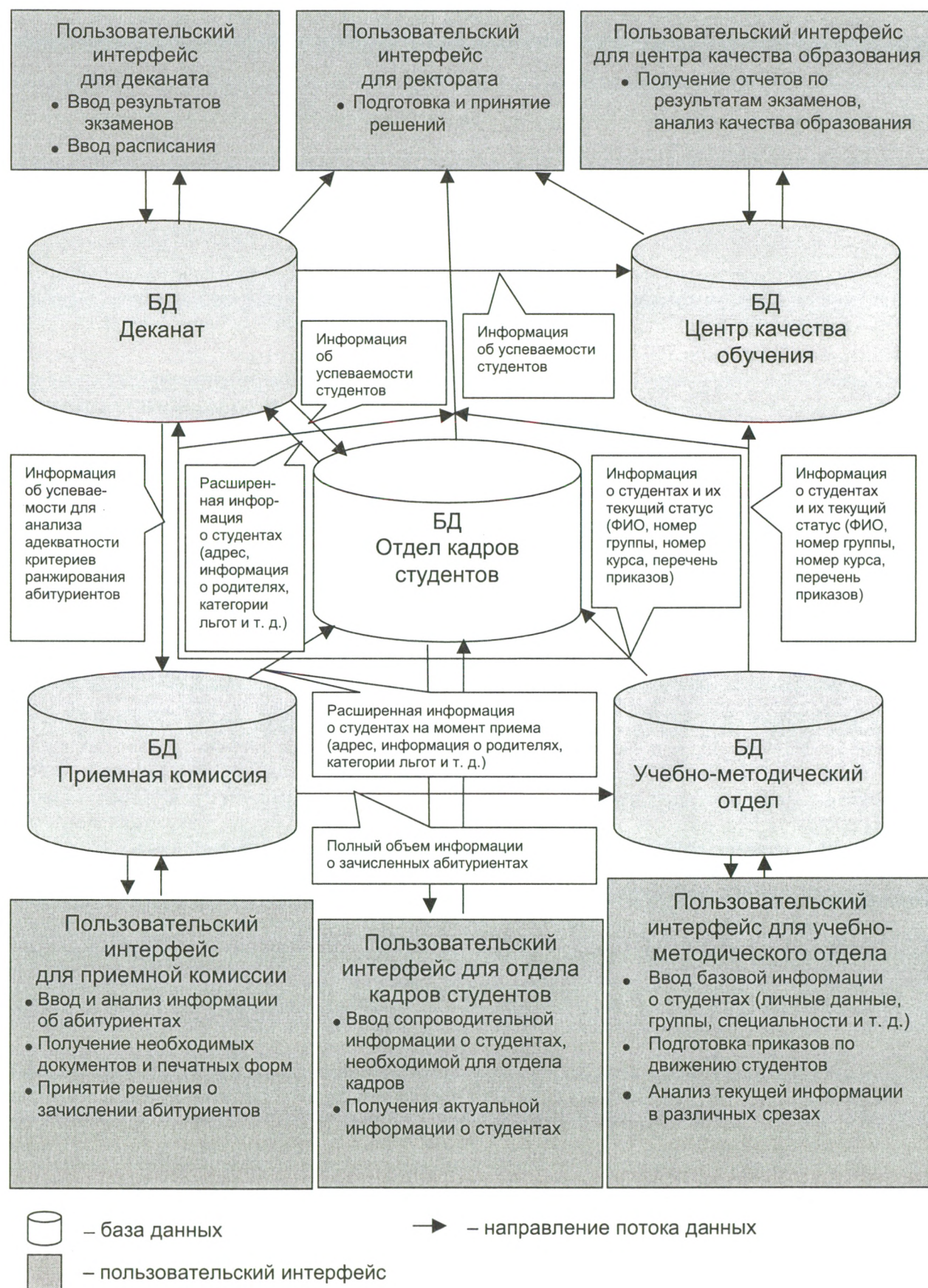


Рис. 2. Общая структура многоуровневой распределенной информационной системы

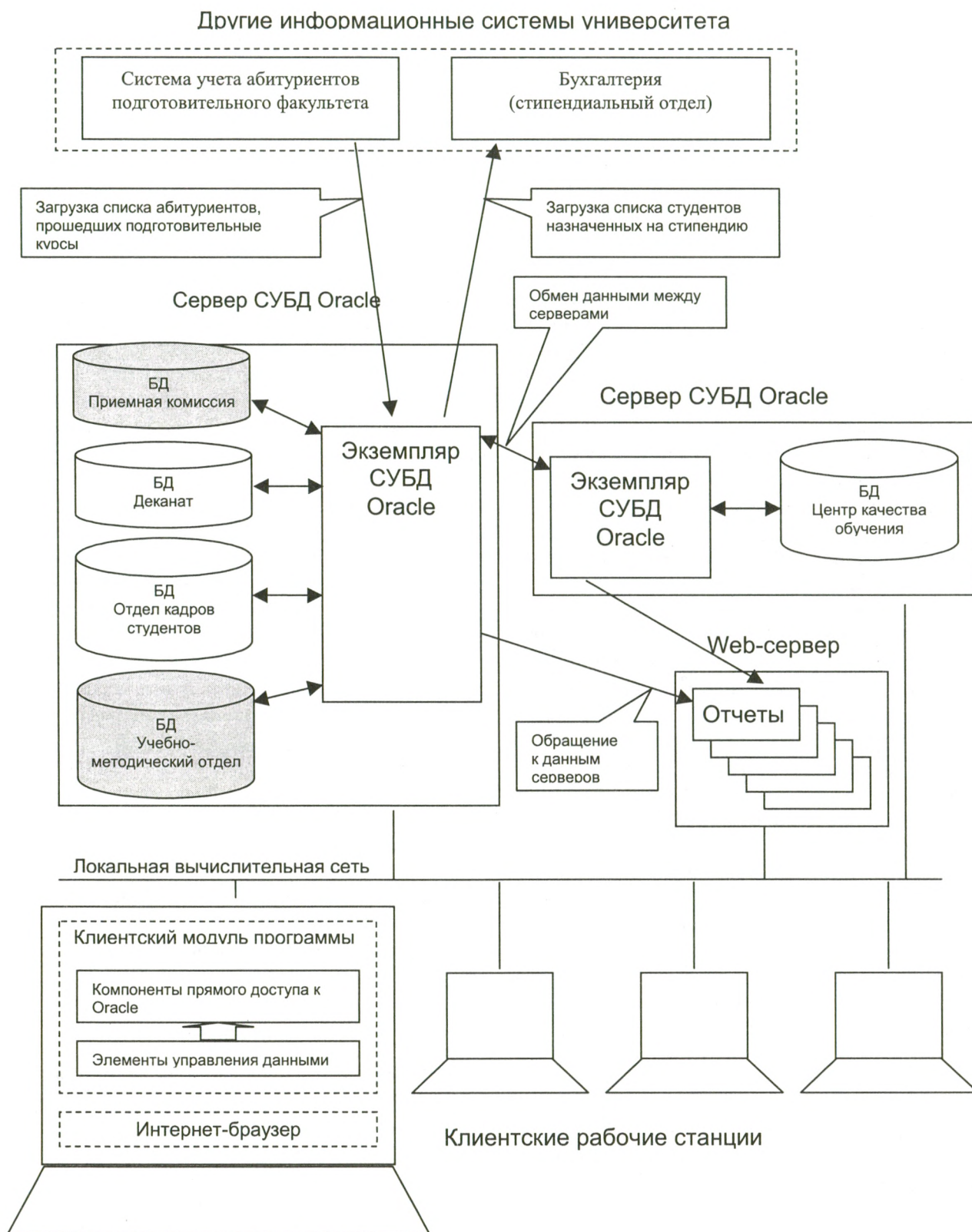


Рис. 3. Общая архитектура многоуровневой распределенной информационной системы

существенно упрощает и ускоряет процесс разработки обмена данными. Для выгрузки данных в другие информационные системы используются такие технологии доступа, как ODBC и JDBC.

Все процедуры загрузки / выгрузки данных, а также большая часть бизнес-логики реализованы на стороне сервера базы данных в виде хранимых процедур и функций на языке PL/SQL. Это существенно упрощает разработку и модернизацию системы, делает программный код прозрачным для разработчиков. Более того, так как хранимые процедуры в процессе работы обрабатывают большие объемы данных на стороне сервера, не отправляя их клиенту, кардинально увеличивается производительность системы, снижается нагрузка на локальную сеть, а также появляется возможность работать с системой через сеть Интернет.

Пользовательский интерфейс реализован на базе технологии «толстого клиента». Исполняемые модули написаны на языке C++ с помощью интегрированного средства разработки Borland Developer Studio 2006 и с применением компонент прямого доступа к БД.

Большинство отчетов реализовано с помощью веб-технологий. Используется специально выделенный веб-сервер, который по запросам клиентов формирует отчеты на основе текущих данных из БД. В качестве веб-сервера используется Apache. Для динамически генерируемых веб-страниц применяется язык PHP с одной из встроенных библиотек доступа к СУБД Oracle. Такой подход к организации отчетной информации хорошо себя зарекомендовал, так как, во-первых, отчеты в виде HTML-страниц очень удобны для пользователей и позволяют им легко переносить данные в другие программы, а во-вторых, эта технология показала себя как мощное, удобное и универсальное средство для разработки отчетов.

В связи с тем, что информационная система охватывает большое количество подразделений и, соответственно, имеет большое количество пользователей, становится актуальным вопрос о производительности системы и возможностях ее дальнейшего развития. Следующие функции СУБД Oracle позволяют существенно увеличить производительность и масштабируемость информационной системы:

- технология Real Application Cluster. Эта технология реализует одновременный доступ нескольких серверов СУБД Oracle к единому дисковому массиву, позволяет наращивать производительность в разы, добавляя сервера;
- возможность деления таблиц на кластеры.

Позволяет размещать данные на дисковых массивах таким образом, чтобы данные, удовлетворяющие определенным условиям, располагались физически близко друг к другу, что существенно сокращает их поиск и извлечение по этим условиям.

Не менее важным является вопрос о надежности системы. Так как система имеет дело с информацией, касающейся результатов экзаменов, приказов о зачислении, академических справок и других управляющих документов, совершенно недопустимо случайное или намеренное искажение данных. Для обеспечения надежности системы применены следующие технологии:

- авторизация пользователя при запуске системы с помощью персонального для каждого пользователя пароля;
- протоколирование изменения данных с указанием автора изменений;
- разграничение прав доступа на выполнение операций в системе;
- детальное разграничение доступа к данным на уровне строк. Так, например, сотрудники деканатов могут видеть в таблицах только студентов своего факультета, остальные данные от них скрываются. Для реализации этого была использована технология Virtual Private Database (VPD — виртуальная личная база данных), которая позволяет на уровне СУБД отображать разные данные в таблицах в зависимости от уровня доступа пользователя, согласно реализованным бизнес-правилам системы;
- периодическое копирование всех данных на другой резервный компьютер;
- использование технологии выполнения ретроспективных операций Oracle Flashback, которая позволяет восстановить любую часть данных при их потере или искажении вследствие ошибки пользователя.

Выводы

В результате внедрения информационной системы произошло упрощение процесса обмена информацией между подразделениями, существенно повысилась достоверность информации о студентах университета и оперативность принятия решений при зачислении абитуриентов, начислении стипендий, появилась возможность оперативного принятия решений по результатам контрольных проверок посещаемости и экзаменационных сессий, а также анализа качества образовательного процесса в целом. Важнейшим результатом работы системы стало ее использо-

вание в оперативном режиме ректором университета, проректорами, деканами для поддержки принятия стратегических решений при управлении университетом, что значительно повысило оперативность и качество принимаемых решений. Кроме этого появляются новые возможности по анализу информации, снижаются трудозатраты персонала, повышается качество выполняемой сотрудниками работы. Более того, без дополнительных трудозатрат система может оказывать информационные услуги студентам и абитуриентам: например, абитуриент или студент может узнать расписание экзаменов или свою оценку за экзамен через Интернет. Таким образом, использование предлагаемой системы позволило существенно повысить эффективность управления контингентом абитуриентов и студентов в Нижегородском государственном университете.

Литература

1. Стронгин Р. Г. Управление развитием информатизации в Нижегородском государственном университете / Р. Г. Стронгин, В. И. Швецов // Вестн. Нижегород. ун-та. Сер. Инновации в образовании. 2004. Вып. 1(5). С. 119–130.
2. Хохлов А. Ф. Концепция информатизации Нижегородского государственного университета на 2003–2008 годы / А. Ф. Хохлов, Р. Г. Стронгин, В. И. Швецов; Ниж. гос. ун-т Н. Новгород, 2004. 114 с.
3. Швецов В. И. Информатизация образования / В. И. Швецов // Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. Черты нового. Н. Новгород, 2006. Гл. 4. С. 95–150.
4. Швецов В. И. Разработка информационной системы управления контингентом студентов в Нижегородском государственном университете / В. И. Швецов, И. Г. Мухаметжанов // IT-технологии в образовании: Всерос. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 27 июня – 1 июля 2005 г.: тез. докл. Петрозаводск, 2005.
5. Швецов В. И. Многоуровневая распределенная информационная система автоматизации бизнес-процессов и поддержки принятия решений для управления контингентом студентов в ННГУ им. Н. И. Лобачевского / В. И. Швецов, И. Г. Мухаметжанов // Информационные технологии в управлении: сб. докл. междунар. форума. Н. Новгород, 2008. С. 138–140.
6. Швецов В. И. Распределенная информационная система управления контингентом студентов / В. И. Швецов, И. Г. Мухаметжанов // Информационная среда Вуза XXI века: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2007. С. 18–21.
7. Швецов В. И. О стандартизации информационных ресурсов вузов / В. И. Швецов, Н. А. Шерегов // Информационно-коммуникационные технологии в управлении вузом: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2003. С. 157–159.

